

Співвідношення монокультур *B. animalis* Bb-12 із змішаними культурами лактобактерій у ферментованих молокопродуктах для людей із серцево-судинними захворюваннями



Н. Ткаченко, докт. техн. наук
С. Окуневська, аспірант
 Одеська національна академія харчових технологій
Ю. Назаренко, канд. техн. наук
 Сумський національний аграрний університет

Анотація. Експериментально встановлено та науково обґрунтовано раціональне співвідношення монокультур *B. animalis* з монокультурами *Lbc. plantarum* і змішаними культурами *Lac. lactis* ssp. (1 : 1 : 1) у заквашувальній композиції для виробництва ферментованих функціональних молочних продуктів. Показано, що для виробництва даної категорії кисломолочних продуктів кількість життєздатних клітин усіх використаних у складі композиції лакто- й біфідобактерій при інокуляції повинна становити $1 \cdot 10^6$ КУО/см³, а температура ферментації молочної сировини – 37°C.

Ключові слова: серцево-судинні захворювання, функціональний продукт, заквашувальна композиція, лактобактерії, біфідобактерії, ферментований згусток, кислотність, пробіотичні властивості.

Justification of optimal balance for monocultures *B. animalis* BB-12 with mixed cultures of lactobacilli in fermented functional dairy products for people with cardiovascular disease technologies. NATALIYA A. TKACHENKO (Odessa National Academy Of Food Technologies), JULIA V. NAZARENKO (Sumy National Agrarian University), SVITLANA O. OKUNEVSKA (Odessa National Academy Of Food Technologies).

Abstract. The optimal balance of *B. animalis*, *Lbc. plantarum*, *Lac. lactis* ssp. (1 : 1 : 1) in composition sourdough for the production of functional dairy products for people with cardiovascular disease, has been considered and scientifically grounded. It has been shown that in order to produce such category of functional dairy products the revivable cells amount of all used lactobacillus and bifidobacteria under the inoculation must be $1 \cdot 10^6$ КУО/см³, with the fermentation temperature of milk – 37°C.

Key words: cardiovascular disease, functional products, composition sourdough, lactobacilli, bifidobacteria, fermented clots, acidity, probiotic properties.

Україна займає перше місце у Європі за кількістю смертей від серцево-судинних захворювань (ССЗ), факторами ризику при яких є індекс маси тіла, систолічний кров'яний тиск, загальний рівень холестерину в крові та рівень ліпопротеїдів низької щільності [2].

Протягом останніх років частота ССЗ у нашій країні зростає приблизно в 1,8 раз [4]. Серед ССЗ за поширеністю артеріальна гіпертензія (АГ) посідає перше місце. Вона належить до «хвороб цивілізації»; поширеність її серед дорослого населення – в межах 20-25 %. АГ – провідний

фактор ризику ішемічної хвороби серця, мозкового інсульту і ниркової недостатності. [5]. За висновками Всесвітньої федерації серця, у 80 % випадків передчасної смерті від інфарктів та інсультів цьому можна запобігти, якщо тримати під контролем основні фактори ризику ССЗ [2, 4, 5].

Лікування ССЗ – дуже дорогогий процес, натомість мінімальні заходи щодо профілактики цих хвороб набагато дешевші та ефективніші. Захворюванням серцево-судинної системи можна запобігти завдяки правильному харчуванню, регулярній фізичній активності та утриманню від паління. Існує безпосередня залежність між здоровим харчуванням і станом серцево-судинної системи. Саме харчування – найбезпечніший спосіб підтримки нормального функціонування роботи організму в цілому і серця, зокрема [3, 6, 9].

Учені стверджують, що функціональні молочні продукти можуть бути ефективні з метою попередження серцево-судинних, онкологічних, шлунково-кишкових захворювань, остеопорозу тощо [3, 6, 9].

Згідно з опублікованим прес-релізом [12] світовий ринок продуктів функціонального харчування у 2013 році становив 43,27 мільярдів доларів США. Порівняно з 2009 роком зростання було 26,7 %. Найбільшу питому вагу у виробництві функціональних продуктів харчування займає Японія (40 %), далі йдуть Сполучені Штати Америки (38 %) і Австралія (14 %). Частка європейських виробників дорівнює лише 2 %.

В Україні виробництво продуктів функціонального харчування незначне і представлене переважно молочними, зерно-борошняними, олійно-жировими виробами та безалкогольними напоями, які користуються надзвичайно високою популярністю серед споживачів. Частка молочних продуктів близько 65 % від усіх продуктів функціонального призначення, що розроблюються та випускаються в світі [1, 3, 6].

Функціональні молочні продукти, які містять симбіотичні комплекси пробіотичних мікроорганізмів та фізіологічно-функціональні харчові інгредієнти, повинні займати в раціоні людини, схильної до ССЗ, важливе місце, оскільки вони виконують ряд профілактичних функцій. Не зважаючи на тенденцію до збільшення частоти ССЗ, вітчизняний ринок функціональних молочних продуктів практично не містить продуктів, призначених для харчування людей

з цією патологією. Тому розробка технологій ферментованих функціональних молочних продуктів для людей з ССЗ – важливе і актуальне завдання, що потребує наукового обґрунтування.

Основним технологічним процесом при виробництві кисломолочних продуктів є сквашування – процес біотехнологічного оброблення підготовленої молочної суміші заквашувальними культурами мікроорганізмів [1, 3, 6]. Тому одним із найважливіших етапів розробки технології нових ферментованих функціональних молочних продуктів для людей з ССЗ є підбір заквашувальних культур мікроорганізмів, дослідження закономірностей їх спільного культивування і визначення раціонального співвідношення у складі заквашувальної композиції [1].

Основа закваски при виробництві широкої гами кисломолочних продуктів (простокваші, кефірних напоїв, сметани, сиру кисломолочного та виробів з нього) складають мезофільні молочнокислі лактококи (ММЛ) [1], тому за основу для заквашувальної композиції, що розробляється, було обрано саме ці лактобактерії [7].

Як джерело змішаних культур (ЗК) ММЛ було використано бакконцентрати фірми «CHR. Hansen» (Данія): *FD DVS R-703* або *FD DVS CH-N 11* або *FD DVS CH-N 19*, або *FD DVS CH-N 22*, або *FD DVS Flora danica*, – оскільки вони забезпечують одер-

жання ферментованих молочних продуктів з невисоким рівнем кислотності, добрими органолептичними властивостями, у т.ч. надають продуктам приємного аромату за рахунок накопичення діацетилену у процесі бродіння лимонної кислоти.

Фізіологи та дієтологи рекомендують вводити до складу заквашувальних композицій для виробництва кисломолочних продуктів для людей з ССЗ монокультури (МК) *Lbc. plantarum*, бо в результаті своєї життєдіяльності ці культури виробляють специфічні поліпептиди, що характеризуються ангіотензин-перетворювальною активністю – сприяють нормалізації кров'яного тиску в судинах організму. Крім того монокультури *Lbc. plantarum* забезпечують гідроліз білкових фракцій казеїну, що сприяє підвищенню ступеня його засвоєння [8]. Як джерело МК *Lactobacillus plantarum* було використано захисну культуру *LAT BY-PL* фірми «ЕКОКОМ».

Для створення ферментованих функціональних молочних продуктів для людей із ССЗ з високими пробіотичними властивостями доцільно до складу заквашувальної композиції включати адаптовані до молока культури біфідобактерій, які проявляють в організмі людини ряд позитивних функцій: пригнічують патогенну та умовно-патогенну мікрофлору у кишечнику; інгібують утворення вторинних жовчних кислот; синтезують вітаміни групи В, К; активізують



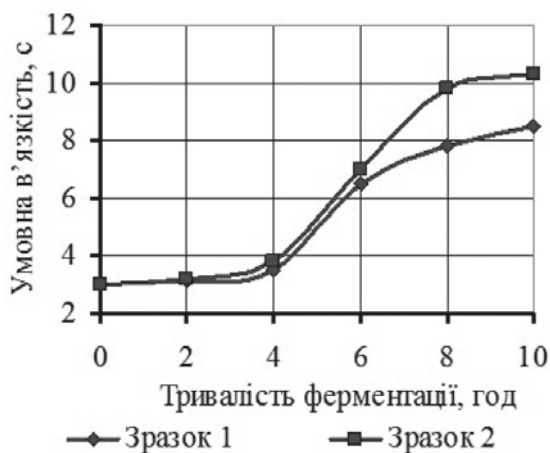
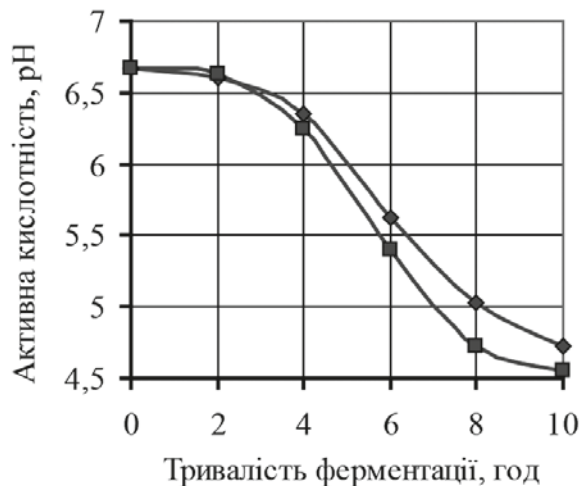
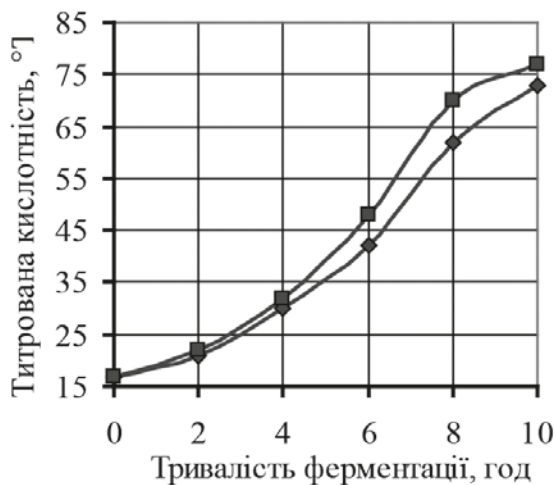


Рис. 1. Зміна титрованої (а), активної (б) кислотності та умовної в'язкості (в) стерилізованого молока, збагаченого фруктозою у процесі ферментації заквашувальними композиціями з використанням МК *B. animalis* Bb-12 та ЗК *Lbc. plantarum* + *Lac. lactis* ssp.

е) — Зразок 1 — Зразок 2

імунну систему та захисні функції організму; попереджають розвиток ракових пухлин; здійснюють антиканцерогенний, гепапротекторний, антирадіаційний, антианемічний та антиатерогенний вплив; полегшують закрепи тощо [1, 3, 9-11]. Як джерело адаптованих до молока біфідобактерій було обрано МК *Bifidobacterium animalis* Bb-12 у складі бакконцентрату фірми «CHR. Hansen» FD DVS Bb-12. Культури біфідобактерій, які входять до складу рекомендованого бакконцентрату, відповідають всім загальноприйнятим критеріям, які дають змогу розглядати їх у якості пробіотиків [1]: вони стійкі до жовчі, фенолу, зберігають свою життєдіяльність у травному тракті, у тому числі при рН 2,0–3,0; стійкі до технологічних факторів – підвищених концентрацій кухонної солі, молочної кислоти тощо. Результати численних досліджень, які довели клінічну ефективність і безпеку штаму *Bifidobacterium animalis* Bb-12, послужили підставою для його широкого використання у всьому світі

в якості компонента продуктів харчування або лікарських препаратів і харчових добавок [10].

За результатами попередніх досліджень [7] було встановлено раціональне співвідношення МК *Lbc. plantarum* та ЗК *Lac. lactis* ssp. у заквашувальній композиції, що розробляється – 1:1, при цьому вихідна концентрація клітин *Lbc. plantarum* та *Lac. lactis* ssp. при інокуляції повинна складати $1 \cdot 10^6$ та $1 \cdot 10^6$ КУО/см³ відповідно.

Метою даної роботи стало обґрунтування раціонального співвідношення монокультур *B. animalis* Bb-12 зі ЗК лактобактерій (*Lactobacillus plantarum* та *Lactococcus lactis* ssp.) у складі заквашувальної композиції для виробництва ферментованих функціональних молочних продуктів для людей з ССЗ.

При виконанні експериментальних досліджень використовували обраний бакконцентрат біфідобактерій (FD DVS Bb-12), МК *Lactobacillus plantarum* у складі захисної культури

ри LAT BY-PL та бакконцентрат ЗК ММЛ (*Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*.) FD DVS R-703.

Було складено два зразки заквашувальної композиції з використанням обраних культур біфідо- й лактобактерій: композиція 1 – співвідношення *Lbc. plantarum*, *Lac. lactis* ssp., *B. animalis* 1,0:1,0:0,1 вихідна концентрація *Lbc. plantarum* у молоці $1 \cdot 10^6$ КУО/см³, *Lac. lactis* ssp. – $1 \cdot 10^6$, КУО/см³, *B. animalis* – $1 \cdot 10^5$, КУО/см³; композиція 2 – співвідношення *Lbc. plantarum*, *Lac. lactis* ssp., *B. animalis* 1,0:1,0:1,0, вихідна концентрація всіх культур лакто- й біфідобактерій у молоці – $1 \cdot 10^6$, КУО/см³.

У ході експерименту досліджували процес ферментації молока з масовою часткою жиру 1,0 %, збагаченого фруктозою як біфідогенним фактором (концентрація фруктози за результатами попередніх досліджень – 0,1 % [1]) сформованими заквашувальними композиціями при температурі $(37 \pm 1)^\circ\text{C}$. Температура ферментації була обрана з огляду на той факт, що саме така температура є оптимальною для розвитку монокультур *B. animalis* і допустимою для розви-

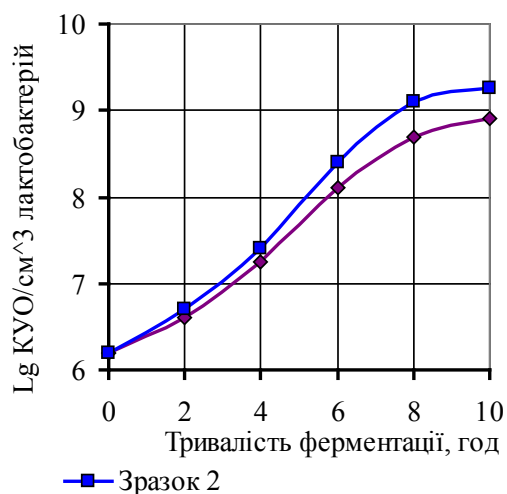
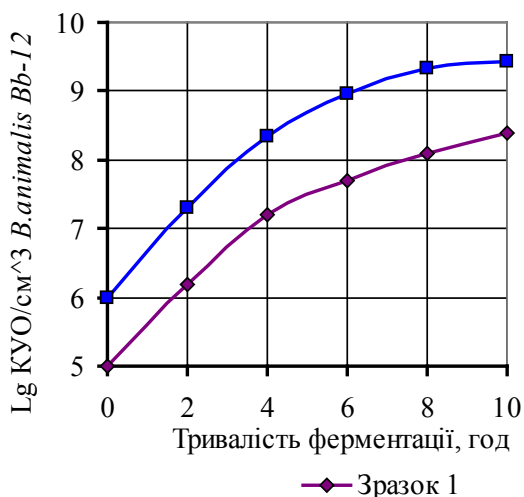


Рис. 2. Зміна концентрації життєздатних клітин МК *B. animalis* Bb-12 (а) та ЗК лактобактерій (б) при ферментації стерилізованого молока, збагаченого фруктозою у процесі ферментації заквашувальними композиціями з використанням МК *B. animalis* Bb-12 та ЗК *Lbc. plantarum* + *Lac. lactis* ssp.

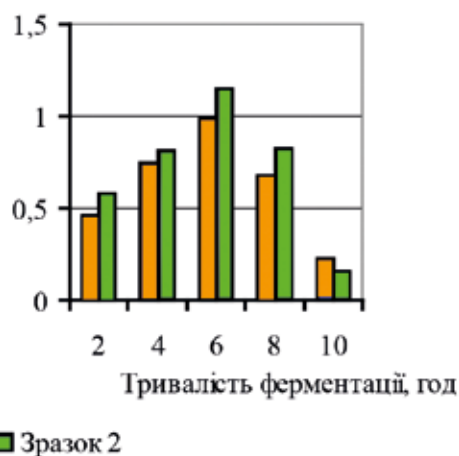
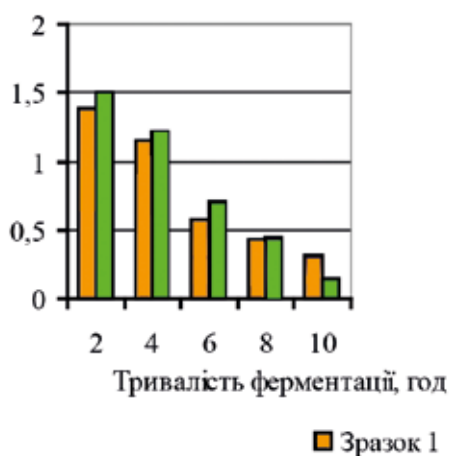


Рис. 3. Зміна питомої швидкості росту клітин МК *B. animalis* Bb-12 (а) та ЗК лактобактерій (б) при ферментації стерилізованого молока, збагаченого фруктозою у процесі ферментації заквашувальними композиціями з використанням МК *B. animalis* Bb-12 та ЗК *Lbc. plantarum* + *Lac. lactis* ssp.

тку мезофільних лактобактерій – МК *Lbc. plantarum* і ЗК *Lac. lactis* ssp. [1]. Для виключення впливу залишкової мікрофлори на розвиток мікроорганізмів, введених до складу заквашувальних композицій, дослідження проводили на стерилізованому молоці. У нормалізоване молоко до теплового оброблення вносили фруктозу, суміш перемішували і стерилізували при температурі (120±1) °С протягом (20±1) хв., після чого охолоджували до температури ферментації – (37±1)°С. У підготовлену молочну сировину вносили МК *B. animalis* і ЗК лактобактерій у вказаних співвідношеннях і здійснювали ферментацію двох експеримен-

тальних зразків (номери зразків в описанні експерименту відповідають номерам створених заквашувальних композицій) до досягнення ізоелектричного стану білків молока (рН=4,6).

У процесі біотехнологічного оброблення експериментальних зразків підготовленими заквашувальними композиціями контролювали зміну титрованої і активної кислотності, умовної в'язкості (рис. 1), кількості життєздатних клітин біфідо- і лактобактерій (рис. 2), а також розраховували питому швидкість росту заквашувальних культур (рис. 3).

Як свідчать дані, наведені на рис. 1, б, гелеутворення у експеримен-

тальному зразку 2 спостерігається через 8 год., тоді як ізоелектричний стан білків молока у зразку 2 відзначається через 10 год. Це пояснюється вищим вмістом життєздатних клітин біфідобактерій у композиції 2 порівняно з 1-ою композицією. Титрована кислотність обох зразків наростає поступово протягом 10-ти годин ферментації (рис. 1, а) і у ізоелектричній точці її рівень становить: 73–74 та 70–71 °Т для зразків 1 та 2 відповідно. Нижчі значення титрованої кислотності у ферментованому зразку 2 пояснюються тим, що в ньому досягається вища концентрація життєздатних клітин *B. animalis* (рис. 2, а), які, крім молочної, продукують

ще й оцтову кислоту, що є більш сильним електролітом.

В'язкість обох зразків помітно збільшується після 4-ої години ферментації (рис. 1, в) і досягає максимального значення в ізоелектричній точці. Величина умовної в'язкості сквашених зразків досить низька : 8,3–8,5 та 9,8–10,0 сек. для зразків 1 та 2 відповідно, що пояснюється використанням у складених заквашувальних композиціях культур лакто- й біфідобактерій, які практично не накопичують екзогенні полісахариди [1, 7, 8].

Використання створених заквашувальних композицій дає з змогу отримати ферментовані згустки з високими пробіотичними властивостями, оскільки концентрація життєздатних клітин *B. animalis* у зразках 1 і 2 становить $(3,5 \pm 0,3) \cdot 10^8$ КУО/см³ і $(3,0 \pm 0,2) \cdot 10^9$ КУО/см³ відповідно (рис 2 а), а кількість життєздатних клітин лактобактерій у ферментованих зразках $(1,0 \pm 0,1) \cdot 10^9$ КУО/см³ (рис. 2 б). Вищу кількість життєздатних клітин біфідо- й лактобактерій у кінці ферментації (через 8 годин) має зразок 2. Нижчий рівень біфідофлори у зразку 1 пояснюється на порядок нижчою вихідною концен-

трацією МК *B. animalis* при інокуляції ($1 \cdot 10^5$ КУО/см³).

Питома швидкість росту МК *B. animalis* Bb-12 у процесі біотехнологічного оброблення (рис 3, а) 0,32–1,5 год⁻¹. Вищі значення питомої швидкості росту відзначаються в зразку 2 протягом всього часу ферментації, найвище значення питомої швидкості росту біфідобактерій відзначається з моменту заквашування до 2-ї години, і становить 1,5 год⁻¹, що обумовлено використанням адаптованих до молока біфідобактерій у заквашувальній композиції, а також збагаченням молока біфідогенним фактором – фруктозою [1]. Питома швидкість росту ЗК лактобактерій у процесі біотехнологічного оброблення (рис 3, б) становить 0,23–1,15 год⁻¹. Вищі значення питомої швидкості росту ЗК лактобактерій відзначаються з 4-ї по 6-ту години в зразку 2.

Ферментовані згустки, одержані з використанням складених заквашувальних композицій, характеризуються гарними органолептичними характеристиками (однорідною сметаноподібною консистенцією з незначним відділенням сироватки та невисоким рівнем кислотності), а

також високими пробіотичними властивостями, зумовленими високою концентрацією життєздатних клітин біфідо- й лактобактерій. Мікроскопічні препарати ферментованих зразків підтверджують наявність усіх груп мікроорганізмів у згустках.

Зважаючи на вищі пробіотичні властивості та нижчий рівень кислотності зразка 2, а також коротший термін біотехнологічного оброблення сировини заквашувальною композицією 2, рекомендовано у технологіях ферментованих функціональних молочних продуктів, призначених для людей з ССЗ, використовувати зазначену заквашувальну композицію.

Висновки

У результаті комплексних досліджень спільного культивування МК *B. animalis*, МК *Lbc. plantarum* та ЗК *Lac. lactis* ssp. визначено раціональне співвідношення даних культур мікроорганізмів – 1 : 1 : 1 – у складі заквашувальної композиції для виробництва кисломолочних продуктів для людей із ССЗ. Вихідна концентрація використаних у композиції культур лакто- й біфідобактерій при інокуляції повинна складати $1 \cdot 10^6$ КУО/см³, температура ферментації молочної сировини – $(37 \pm 1)^\circ\text{C}$.

Література

1. Дідух Н.А., Чагаровський О.П., Лисогор Т.А. Заквашувальні композиції для виробництва молочних продуктів функціонального призначення. – Одеса: Видавництво «Поліграф», 2008. – 236 с.
2. Дудник С. Серцево-судинні захворювання в Україні // Всеукраїнська медична газета «Ваше здоров'я». – 2015. – №1-2. – С. 18–19.
3. Капрельянци Л.В., Іоргачова К.Г. Функціональні продукти. – Одеса: Друк, 2003. – 312 с.
4. Князькова І.І. Профілактика внезапної серцевої смерті при серцевій недостаточності: фокус на блокатори АТ1-ангіотензинових рецепторів // Ліки України. – 2014. – №3-4. – С. 74–80.
5. Рудик Б.І. Вибрані лекції з кардіології. – Тернопіль: Укрмедкнига, 2002. – 369 с.
6. Сірохман І.В., Завгородня В.М. Товарознавство харчових продуктів функціонального призначення: навч. пос. – Центр учбової літератури, 2009. – 544 с.
7. Ткаченко Н.А., Назаренко Ю.В., Окуневська С.О. Заквашувальна композиція для виробництва кисломолочних продуктів для людей з серцево-судинними захворюваннями // Мат. Четвертої міжнародної наук.-техн. конференції «Технічні науки: стан, досягнення і перспективи розвитку м'ясної, молочної та олієжирової галузей у контексті євроінтеграції», 24-25 березня 2015 р. – К.: НУХТ, 2015. – С. 89–90.
8. Ткаченко Н.А., Назаренко Ю.В., Окуневська С.О. Використання монокультур *Lactobacillus plantarum* у складі заквашувальних композицій для виробництва функціональних молочних продуктів для людей із серцево-судинними захворюваннями // Тези доповідей Міжнародної наук.-практ. конференції «Розвиток харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі: проблеми, перспективи, ефективність». – Харків: ХДУХТ, 2015. – Ч. 1. – С. 127–128.
9. Тухомірова Н.А. Технологія продуктів функціонального питания. – М.: ООО «Франтэра», 2002. – 213 с.
10. Bevilacqua A., Cagnazzo M. T., Caldarola C. et al. Bifidobacteria as potential functional starter cultures: a case study by MSc students in Food Science and Technology (University of Foggia, Southern Italy) // Food and Nutrition Sciences – 2012. – №3 – P. 55–63.
11. Biavati B., Bottazzi V., Morelli L. Probiotics and Bifidobacteria. – Novara (Italy): MOFIN ALCE, 2001. – 79 p.
12. Leatherhead food research. Functional foods market increases in size. Jonathan Thomas, Lucy Beverley. URL: <http://www.leatherheadfood.com/functional-foods-market-increases-in-size>